

B1



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

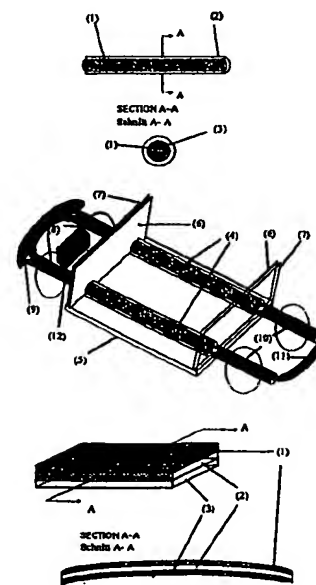
(51) Internationale Patentklassifikation 7 : B32B 13/12, 13/14, 18/00, E04C 2/26	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/23272 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. April 2000 (27.04.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/07739 (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Oktober 1999 (14.10.99) (30) Prioritätsdaten: 298 18 660.8 20. Oktober 1998 (20.10.98) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: BRAUNER, Siegfried [DE/DE]; Kloster-Reichenau-Ring 10a, D-86660 Tapfheim (DE). KUSE, Mera [DE/DE]; Oberföhringer Strasse 175, D-81925 München (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: KUSE, Mera; Oberföhringer Strasse 175, D-81925 München (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: EARTHENWARE SUPPORT

(54) Bezeichnung: STEINGUTTRÄGER

(57) Abstract

The invention relates to the stabilization of more or less thin stone plates or stone rods with supporting materials which protect the stone primarily on the surface and thus also internally from destructive crack formation due to mechanical or thermal-related expansion. To this end, the supporting material has an optimized positive and negative expansion coefficient which is suited for the respective use and which, however, is also always less than that of the stone. This is especially accomplished by using carbon fiber. For this purpose, one or both sides of a stone plate or of a stone rod is stabilized with carbon fiber which is bonded with the stone by means of a heat-resistant composite material. The assembly is subjected to an extreme amount of stress both with mechanical pressure and tension as well as by heat action due to the complementary effect of the combined material guaranteed on a surface, namely to the tensile stability of the carbon fiber and the pressure stability of the stone, whereby it is ensured that the stone surface is not overstressed or destroyed by the applied forces also in the instance of high mechanical stresses due to heat and pressure. When a stone has an adequate thickness, the assembly is also subjected to an extreme amount of stress during vertical pressure action without the occurrence of damages to the surface or material. A high flexural strength of the stone is guaranteed with an extremely light construction of an entire assembly due to the provision of an additional layer which absorbs torsion stresses and which is comprised of a three-dimensional napped intermediate layer made of thermoplastic or of another material. Said flexural strength is proven, for example, in areas of floor tiles and step construction or in the production of extremely stressed components used in machine construction, and can also be used in areas in which especially large-surface stone plates are exposed to high levels of pressure and tensile forces.



BEST AVAILABLE COPY

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung beschreibt die Stabilisierung von mehr oder weniger dünnen Steinplatten oder Steinstäben mit Trägermaterialien, die den Stein im wesentlichen an der Oberfläche und somit auch im Innern vor zerstörender Rißbildung durch mechanisch oder thermisch bedingte Ausdehnung schützen. Deshalb hat das Trägermaterial einen für den jeweiligen Einsatz geeignet optimierten positiven oder negativen Ausdehnungskoeffizienten, der aber immer kleiner als der des Steins ist. Dies wird insbesondere durch die Verwendung von Carbonfaser erreicht. Zu diesem Zweck wird eine oder beide Seiten einer Steinplatte oder eines Steinstabes mit Carbonfaser stabilisiert, die durch einen hitzebeständigen Verbundwerkstoff mit dem Stein verbunden wird. Die Verbindung ist aufgrund der flächenmässig gewährleisteten Komplementärwirkung der kombinierten Werkstoffe, nämlich Zugstabilität der Carbonfaser und Druckstabilität des Steins, sowohl mit mechanischem Druck und Zug, als auch durch Wärmeeinwirkung extrem belastbar, wodurch sichergestellt ist, daß die Steinoberfläche auch bei hohen mechanischen Belastungen durch Wärme und Druck durch die einwirkenden Kräfte nicht überbeansprucht, beziehungsweise zerstört wird. Bei ausreichender Steindicke ist die Verbindung auch bei senkrechter Druckeinwirkung extrem belastbar, ohne daß dabei Oberflächen- oder Materialverletzungen entstehen. Durch eine zusätzliche, Torsionsspannungen aufnehmende Schicht aus einer dreidimensional vernetzten Zwischenschicht aus Thermoplast oder anderen Materialien, wird bei extremer Leichtbauweise der Gesamtverbindung eine hohe Biegesteifigkeit des Steins gewährleistet, die sich beispielsweise im Bodenfliesen-, Treppenbaubereich oder bei der Herstellung extrem belastbarer Bauteile im Maschinenbau bewährt und auch dort eingesetzt werden kann, wo besonders großflächige Steinplatten großen Druck- und Zugkräften ausgesetzt sind.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Steingutträger

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Stabilisierung von Steingut im weiteren Sinn, das heißt Naturstein, Kunststein und sonstiges Steingut, sowie Keramik bis hin zu glashaltigen Substanzen, welche sich besonders durch eine hohe Druckstabilität und Druckfestigkeit auszeichnen. Hier sind besonders Natursteine wie Granit, granitähnliche Gesteine wie Gneis, Marmor, Kalkstein, hochfeste moderne Keramiken, Glaskeramik oder Glas zu erwähnen, sowie alle sonstigen Materialien aus Stein oder Keramik, natürlicher oder künstlich hergestellter Perlmutter und Korallenbaustoff, die hoch druckbelastbar sind und insbesondere dadurch gekennzeichnet sind, daß sie einen geringen Ausdehnungskoeffizienten besitzen, sowohl was die Temperatur-, als auch was die Druck- bzw. Zugdehnungskoeffizienten betrifft.

Diese Materialien zeichnen sich zwar einerseits durch eine hohe Belastbarkeit bei Druckbeanspruchung aus, sind dagegen aber fast völlig instabil bei Zug- und Biegebelastung.

Bisher hat Stein und Keramik vorwiegend im Baubereich in massiver Verarbeitungsweise für Wände, Wandverkleidungen und Fußböden Verwendung gefunden, sowie in hochspezialisierten technischen Anwendungen mit technischen Keramiken, wie z.B. im Turbinenbau oder Motorenbau und anderen extremen Anwendungsfällen, die eine hohe Temperaturstabilität erfordern.

Die vorliegende Erfindung schlägt nun einen Weg vor, Stein oder Keramiken als alternatives Material für die Herstellung von solchen Bauteilen zu benutzen, die bisher typischerweise aus Metall hergestellt werden, und insbesondere die hohe Druckfestigkeit von geeigneten Steinen und Keramiken für allgemeinere industrielle Anwendungen auf preiswerte Weise nutzbar zu machen. Um das zu erreichen ist es zwingend nötig, den

5 Stein oder die Keramik gegen Zug und damit verbundenen Bruch zu stabilisieren. Einen solchen Weg schlägt die Erfindung vor. Der Weg gewährleistet, daß sowohl Stein, als auch Keramik unter den unterschiedlichsten mechanischen Belastungen so stabilisiert wird, daß sie durch eine, für die jeweiligen Einsatz- und Belastungsfälle geeignete, Stabilisierung vor mechanischer Zerstörung einerseits, aber insbesondere auch vor thermisch bedingter partieller Zerstörung geschützt werden.

10 Dabei entsteht ein neuer Werkstoff mit völlig neuen, bisher unkekannten und für viele Anwendungsfälle außergewöhnlich positiven Eigenschaften, der nicht nur höchstem Druck, sondern auch extremen Belastungsfällen durch Biegung, Torsion und Wärmeeinwirkung je nach Ausführung entweder absolut formstabil standhält, oder, und diese Eigenschaft ist unerwartet ausgeprägt, bei geeigneter Ausführung der Stabilisierung der Stein extrem biegsam wird, ohne daß der Stein zerstört wird und nach der Beanspruchung durch die Biegung unzerstört und nicht gebrochen in die Ausgangsform zurückgeht. Somit wird der Stein zu einem flexiblen, mechanisch verformbaren, biege- und schwingungsbelastbaren Material, bei höherer Stabilität als ein bezüglich des Gewichts vergleichbares Stahlbauteil.

20 Eine weitere wesentliche Eigenschaft dieses neuen Werkstoffes ist die Resistenz gegen geometrische Veränderung durch thermische Belastung, sowie die Zerstörungs- und Verformungsfreiheit des Steins oder der Keramik bei Schockeinwirkung.

25 Ein drittes, für neue Werkstoffe wünschenswertes Merkmal sollte sein, daß diese preiswert und umweltschonend in der Herstellung sind. Stein ist auf der Erde in fast unbegrenztem Maß mit den unterschiedlichsten mechanischen Eigenschaften vorhanden und preiswert an der Erdoberfläche zu gewinnen und relativ unaufwendig durch Schneiden mit Wasserstahl zu Beispiel in die geeignete Form zu bringen. Ebenso können Keramiken

30

preiswert in den unterschiedlichsten Formen hergestellt werden.

5 Kern der Lösung für den industriell nutzbaren Einsatzes des Werkstoffs Stein und Keramik für mechanische Bauteile und deren Anwendungen ist nun das am besten geeignete Stabilisierungsmaterial für den Stein zu finden, sowie die beste Art und Weise, die beiden Werkstoffe, Stein und Stabilisierung, optimal miteinander zu verbinden.

10 Die extreme Druckstabilität von Stein und Keramik kann in bestimmten Anwendungsfällen gegenüber anderen, für die Herstellung von Bauteilen verwendeten Materialien wie Metallen oder Kunststoffen von großem Vorteil sein, da Stahl und Kunststoff auf Druck oder Biegung recht früh mit dem irreversiblen Nachgeben oder Brechen reagiert. Zusätzlich ist das geringe Elastizitätsmodul von Stein und Keramik von großem Vorteil, da
15 man unter mechanischer, wie thermischer Belastung mit minimalen Längenänderungen von Bauteilen rechnen kann. Voraussetzung ist, daß der Stein geeignet stabilisiert wird, da Stein und auch Keramiken gegenüber den eben erwähnten Materialien den entscheidenden Nachteil haben, daß sie, anstatt sich zu verformen, sehr leicht irreversibel brechen. Der optimale
20 Zustand für ein solches Bauteil ist im übrigen dann erreicht, wenn dieses weder durch thermische, noch durch mechanische Belastung überhaupt eine Längenänderung erfährt. Auch hier schlägt die Erfindung eine Lösung vor.

25 Voraussetzung für die Nutzung der vorteilhaften Eigenschaften von Stein ist also, daß der Stein für die Belastungsfälle, bei denen er weniger stabil ist, vorbereitet und entsprechend stabilisiert wird.

30 Der Stein ist wenig stabil unter Zugbelastung und beim Auftreten von Biege-, Scher- und Torsionskräften. Bei dieser Art von Belastung ist der Stein und die Keramik, zwar nach Sorte unterschiedlich, aber in der Regel eher sehr instabil und spröde und neigt sehr leicht zum Brechen. Auch

partielle Schockeinwirkung führt zum Abspringen von Ecken und Kanten, oder im Extremfall zum vollständigen Zerbröseln des Steins. Um dieser Eigenschaft sicher entgegenzuwirken, bedarf es einer extrem zugstabilen Vorspannung des Steins, die auch die geringste Überdehnung unter Belastung verhindert. Sofern ein Überdehnen durch Zugkräfte verhindert werden kann, bleibt der Stein absolut stabil und formtreu. Die geringste Überdehnung des Steins oder der Keramik führt jedoch an der Riß- oder Bruchstelle zu einer irreversiblen Zerstörung der Druckstabilität, die in der Regel unter weiterer Belastung schleichend fortschreitet. Um den Stein mit all seinen Vorzügen der Druckstabilität also sicher nutzen zu können, muß jegliche Überdehnung des Steins, sei sie auch noch so klein und auch nur ein einziges Mal, absolut verhindert und unterbunden werden. Selbst die kleinste singuläre Verletzung dieser Regel kann zum dauerhaft fortschreitenden Zerfall des Bauteils führen. Gelingt es jedoch eine Zugbeanspruchung des Steins sicher zu verhindern, gibt es kaum ein dauerhafteres und druckbeständig belastbareres Material als Stein oder Keramik.

Die Erfindung basiert auf der Stabilisierung von Stein oder Keramik durch ein flächig auf dem Stein angebrachtes Trägermaterial, welches ermöglicht, das eigentliche Steinmaterial möglichst dünn bzw. leicht und materialsparend zu halten.

Bekannt sind bisher Leichtbauformen bei denen wie bei dieser neuen Erfindung auch eine möglichst dünne Natursteinschicht flächig durch einen Unterbau verschiedener Trägermaterialien und Trägerformen verstärkt und dadurch belastbar gemacht wird, beziehungsweise erst ermöglicht Steinplatten entsprechend dünn auszuführen. Das Trägermaterial ist dabei in der Regel bisher unter dem Gesichtspunkt ausgewählt worden, daß es bei ausreichender mechanischer Festigkeit hauptsächlich von Gewichtersparnis bei Steinplatten im Fassadenbau oder Fußbodenbau bestimmt wird.

Es werden beispielsweise gewellte oder wabenförmige Metall- bzw. Aluminiumbleche als Trägermaterial verwendet, wobei eine dünne Steinschicht von 2-3mm nach dem Abstärken des ursprünglich 20 mm starken Materials auf diesem Träger verbleibt. Ein ähnliches Stabilisierungsverfahren ist die Verwendung von Glasfaser- oder Aramidfaserlaminaten, die den Stein stabilisieren. Das Ergebnis ist eine druck- und zugspannungsbelastbare Platte, die in normalen Anwendungsfällen eine ausreichende Stabilisierung des Steins für Verkleidungsanwendungen im Innenbereich liefert.

10

Anders sieht es jedoch aus, wenn besondere Belastungen für die Steinoberfläche hinzukommen, insbesondere bei permanenter wärmebedingter Ausdehnungsbelastung, bei der sich die bekannten Trägermaterialien ausdehnen und zum Aufreißen der Steinoberfläche der dünnen, durch das Abstärken auf 3 mm Dicke geschwächten und deshalb noch weniger zugbelastbaren Steinschicht führen können. Bei der Verwendung im Fußbodenbereich kann solch dünner Stein zusätzlich extrem hohen punktuellen mechanischen Belastungen, zum Beispiel durch Schuhabsätze oder im Außenbereich bei Fassadenverkleidungen extremen Wärmeunterschieden, sowie den Wechselwirkungen von Wasser und Frost ausgesetzt sein. In diesen Fällen ist eine verbesserte Stabilisierung der Steinplatte notwendig, die auch den thermisch/mechanisch bedingten Lastfall für den Stein zerstörungsfrei absichert.

15

20

Nicht durch den Stand der Technik beschrieben sind somit bisher Bauteile aus Stein oder Keramik, die extreme statische und dynamische sowie thermisch-statische und/oder thermisch-dynamische Lasten aufnehmen können. Ferner sind nicht beschrieben selbsttragende Konstruktionen aus Stein für industriell nutzbare Anwendungen, bei denen vom Stein mehr verlangt wird als die Aufnahme reiner Druckbelastung, zum Beispiel am Bau und auf dem Boden, oder als rein verzierende Anwendung im Fassadenbereich. Nicht beschrieben sind ferner Maschinenbauteile aus

25

30

faserstabilisiertem Stein oder Keramik.

Die Aufgabe, der Neigung von Naturstein oder Keramik zum Brechen oder
Reißen entgegenzuwirken, wird durch verbesserte stabilisierende
5 Eigenschaften des Trägers gelöst. Zu diesem Zweck wird ein
Trägermaterial eingesetzt, welches einen Ausdehnungskoeffizienten hat, der
kleiner oder gleich dem des zu stabilisierenden Steins oder der zu
stabilisierenden Keramik, im folgenden Stein genannt, ist. Das
Trägermaterial, im folgenden Träger genannt, besteht aus einer eine Faser
10 umhüllenden Matrix, die ein Kunstharz oder gegebenenfalls selbst ein
Keramikmaterial ist. Dabei kommen Fasern zum Einsatz, die hohen
Zugbelastungen standhalten und sich unter Wärmeeinwirkung
zusammenziehen, also einen negativen Temperatúrausdehnungs-
koeffizienten besitzen. Dadurch wird insbesondere den durch Überdehnung
15 und Hitzeeinwirkung entstehenden Rissen im Steingut entgegengearbeitet,
sowie dem Bruch durch mechanische Belastung senkrecht auf das Steingut.
Die positivste Eigenschaft von Stein, die durch die Erfindung genutzt wird,
ist seine extreme Unempfindlichkeit gegen, und Unzerstörbarkeit durch
Druck. Die nächst beste mechanische Eigenschaft für die Realisierung der
20 Erfindung ist der geringe Ausdehnungskoeffizient von Stein und Keramik,
thermisch und mechanisch. Beide Effekte zusammen werden von der
Erfindung dafür genutzt, unter vielen Anwendungsfällen stabile und
ausdehnungsarme Bauteile herzustellen. Die beiden beschriebenen
Eigenschaften sind bedingt durch die Entstehungsgeschichte, die das
25 Material Stein im Laufe von Jahrmillionen unter höchsten Drücken und
Temperaturen erst entstehen ließ, leicht zu erklären.
Die positiven Eigenschaften des Steins sind der Grund für seine negativen
Eigenschaften, hauptsächlich seine Neigung zu Brüchen und Rißbildung, die
besonders durch punktuelle Zug-Beanspruchung mechanischer oder
30 hitzebedingter Einwirkung hervorgerufen werden. Diese negativen
Eigenschaften werden durch die Erfindung in einzigartiger Weise

unterbunden und kompensiert. Die negativen Eigenschaften des Steins werden durch die Erfindung in positive Eigenschaften gewandelt.

5 Dünne Steinplatten werden durch die Erfindung insbesondere bei thermischer Belastung und der damit verbundenen Träger-Materialdehnung, die zu Rissen oder Oberflächenbrüchen des getragenen Stein-Materials führen würde, sicher gegen Rißbildung geschützt. Die üblicherweise entstehenden, unter Umständen mikroskopisch kleinen Haarrisse, die zum schnellen Verfall des Steins führen, insbesondere dann, wenn er im Außenbereich ständig wechselnden Temperaturen, Wasser und Frost
10 ausgesetzt ist, werden durch die Erfindung vollständig ausgeschlossen. Selbst dünnste Steinplatten können mit Hilfe der Erfindung unter Beibehaltung ihrer Stabilität hergestellt werden, ohne beim Abstärken zu brechen. Auch die mechanische Beanspruchung, die bei Druckbelastung senkrecht auf den Stein ausgeübt werden, werden dehnungsfrei abgefangen,
15 um den Stein gegen die gleiche Rissbildung wie oben beschrieben zu schützen. Besonders die Ausdehnung des Trägermaterials durch thermische Einwirkung ist nicht größer, als die des Steins selber. Dadurch wird vermieden, daß das dünne Steinmaterial durch die Trägerplatte auseinandergezogen wird.

20 Mit Hilfe des Einsatzes von zum Beispiel stabilen Epoxidharzen, Polyesterharzen, Harzen auf Phenol-, Polyimid-, Cyanatester-, Melamin-, Polyurethan- oder Silikonbasis, genannt Matrix, in Kombination mit modernen Fasermaterialien, wie z. B. Carbonfaser, die einen negativen Temperaturexpansionskoeffizienten haben, wird eine solche sichere
25 Stabilisierung von Stein oder Keramik für die oben beschriebenen Belastungs- und Einsatzfälle möglich. Kennzeichnend ist hierbei, daß der Faserverbund einen negativen thermischen Ausdehnungskoeffizient hat. Außerordentlich hilfreich für eine optimale Verbindung zwischen Stein und Faserverbund ist dabei die poröse und somit saugende Konsistenz von
30 Stein. Ein Harz kann sich förmlich in den Stein saugen und führt so zu einer enorm stabilen Verbindung zwischen Stein und dem den Stein

stabilisierenden Laminat. Wichtig ist dabei, daß das Harz bezüglich seiner Viskosität optimal den saugenden Eigenschaften des zu stabilisierenden Steins angepasst wird. Die sich gegenseitig stabilisierenden Komponenten "verschmelzen" dann regelrecht.

5 Eine saugende Eigenschaft haben zwar die meisten Steine, jedoch nicht alle Keramiken, deshalb kann es bei der Verwendung von Keamikmaterial notwendig sein, die Faser in der Oberfläche der Keramik mit einzugießen. Für nicht saugendes Steinmaterial, das sind z.b. Steine mit einem hohen Quarzanteil, muß die Oberfläche unter Umständen aufgeraut werden, um
10 eine ausreichend gute Haftung zu erzielen. Durch das Aufrauen können sich winzigste Öffnungen auftun, die das Harz eindringen lassen.

Kern des Schutzes vor temperaturbedingter Längenänderung des Bauteils kommt dabei einer Faser als Stabilisierungsmaterial der Matrix zu, die sich
15 im Gegensatz zu üblichen Fasermaterialien bei Wärmeeinwirkung zusammenzieht. Insbesondere die Carbonfaser hat diese Eigenschaft, die somit zum Kern der Erfindung wird.

Wird die Carbonfaser mit anderen Fasern gemischt, die sich bei Wärme ausdehnen, so kann in einem weiten Temperaturbereich eine
20 Längenänderung des Bauteils vollständig unterbunden werden. Mehr noch, durch die Verwendung von gleichen oder unterschiedlichen Fasern, in gleicher oder wechselnder Orientierung des Faserverlaufs und in einer oder in unterschiedlichen Schichten kann eine automatische Biegung des Steins, die zusätzlich durch die jeweilige Matrix temperaturabhängig eingestellt
25 werden kann, erzwungen werden, ohne daß die Struktur des Steins Risse erhält und Schaden erleidet.

Zum wesentlichen Verständnis dieses Vorgangs muß erwähnt werden, daß Stein und Keramik fast grenzenlos gedrückt werden können. Hierbei finden
30 minimale Längenänderungen statt. Die im Rahmen der Untersuchungen zu dieser Erfindung bedeutsame Erkenntnis ist, daß Stein, wie auch Keramik, komprimierbar sind, ohne zerstört zu werden. Dies ist die wohl

wesentlichste Eigenschaft des Steins, die zum Gelingen der Erfindung führt, und erklärt, warum Stein in Grenzen biegsam ist ohne zerstört zu werden, sofern er nur auf die richtige Weise stabilisiert wird.

5 Der Stein kann also zerstörungsfrei komprimiert und deshalb in gewissen Grenzen auch gebogen werden. Diese wichtige Eigenschaft des Steins, nämlich zerstörungsfrei komprimierbar zu sein, in Kombination mit der sich bei Wärmebelastung zusammenziehenden und extrem zugbelastbaren Carbonfaser, die einer Überdehnung des Steins entgegenwirkt, sofern die
10 beiden Bauelemente fest miteinander verbunden sind, wird zum Gegenstand der Erfindung und zur Realisierung der Nutzung solcher Bauteile auch für dynamische Belastungsfälle. Somit ist ein neuer Werkstoff entstanden, der in vielen Einsatzfällen den Werkstoff Metall ersetzen kann und dabei zusätzlich wesentliche Vorteile mitbringt. Dies war bisher mit reinen
15 Faserverbundwerkstoffen, sogenannten Laminaten, nicht in allen Fällen möglich. Der Grund ist, daß Lamine zwar sehr zugstabil, jedoch weniger druckstabil sind und unter Schockbelastung durch Druck spontan nachgeben und zersplittern. Die komplementär stabilisierende Wirkung des Carbonfaser-Stein-Verbundes ist ähnlich der einer Stahlbetonkonstruktion
20 im Kleinen. Im Unterschied zu Beton ist Stein jedoch viel fester und druckbelastbarer und Carbonfaser viel zugstabiler als Stahl. Ausserdem zieht sich die Carbonfaser bei Wärme im Gegensatz zu Stahl zusammen und verstärkt die stabilisierende Wirkung durch den Druck auf den Stein. In der neuen Verbindung wird das Carbonfaserlaminat zum stabilisierenden
25 Element für den Stein, und umgekehrt der Stein zum stabilisierenden Element des Laminates. Weder Stein, noch Carbonfaserlaminat sind biegestabil. Zusammen jedoch werden sie zu einer sich komplementär stabilisierenden Verbindung, die die Festigkeits-Eigenschaften von Metallen bei weitem übersteigt. Beispielsweise scheiterte die Verwendung von
30 Laminaten für den Einsatz im Automobilbau, beispielsweise im Bodengruppenbereich, bisher daran, daß das Laminat in dynamischen

Lastbereichen sowie bezüglich des Gewichts dem bisher verwendeten Stahl oder Aluminium zwar weit überlegen war, aber über keinerlei Stabilität im Falle der Stauchung durch einen Crash verfügte. Mit der Erfindung wird aus dreierlei Sicht eine Lösung geschaffen. Wenn man in dem Bereich, in dem
5 sich in der Stahlkonstruktion der Bodengruppe eines Automobils der Längsträger befindet, nunmehr einen Keramik- oder Steinstab, der mit einem Carbonfaserlaminat stabilisiert ist, einsetzt, so werden drei Probleme auf einmal gelöst:

- 10 1. Bei gleichem Gewicht hat der carbonfaserstabilisierte Stein oder Keramikstab eine wesentlich höhere Druckstabilität, Biegesteifigkeit und ein kleineres, je nach Einstellung sogar gegen Null gehendes, Elastizitätsmodul als der Stahlträger. Dies bedeutet Gewichtsersparnis bei gleichzeitiger Steigerung der Festigkeit.
- 15 2. Die Verbindung des Längsträgers aus Stein zur übrigen Bodengruppe des Automobils aus Laminat ist denkbar einfach durch Verklebung zu erreichen und wäre mit einem Stahlträger überhaupt nicht machbar, schon allein deshalb, weil der Stahl sich bei Temperaturerhöhung so ausdehnt, daß die Verbindung mit dem Laminat abreißt, da Stahl und Laminat nur mit
20 unzureichender Haftung miteinander verklebt werden können.
3. Durch die Druckstabilität des Steins wird die Verformung der Fahrgastzelle beim Crash vollständig ausgeschlossen, was bei Stahl eigentlich gar nicht oder ansatzweise nur durch enorm schwere Konstruktionen erreicht werden kann, die im Automobilbau heute aus
25 vielerlei Gründen nicht mehr verwendet werden können.

Auf die oben beschriebene Weise wird ein Fahrzeug aus Kunststoff unter heute geltenden Sicherheitsstandards für Crashtests erst möglich. Dabei muß gewährleistet sein, daß die Konstruktion sich auch bei Erwärmung des
30 Automobils im Sommer nicht ausdehnen und damit zur Zerstörung des Steins führen kann. Aus diesem Grund kommt auch in diesem

5 Anwendungsfall der zusammenziehenden Wirkung der Carbonfaser unter Wärme eine zentrale Bedeutung zu. Nur so ist gewährleistet, daß der Fahrer bei einem Crash sicher vor dem Zusammendrücken der Fahrgastzelle geschützt ist, ohne daß die Schockstabilität des Steins durch thermisch/mechanisch bedingte Zerfallserscheinungen durch den vorausgangenen Wechsel von Sommern und Wintern bereits vermindert wurde.

10 Dies ist jedoch nur ein Anwendungsfall, in dem die Kombination Stein/Carbonfaser vorteilhaft eingesetzt werden kann. Andere Anwendungsfälle sind der klassische Einsatz des Steins als Bodenfliese, bei dem unter Umständen der Stabilisierung von Stein eine immer bedeutendere Rolle zukommt, da in jüngster Zeit mit unstabilisiertem Stein als Bodenplatten in hochbelasteten Zonen große Probleme beobachtet wurden.

15 Dünne Wandverkleidungen aus Stein im Aussenbereich benötigen ebenfalls eine hohe thermische und mechanische Stabilität, denn auch hier ist es in jüngster Vergangenheit zu erheblichen Problemen durch Witterungseinflüsse gekommen. Mit der beschriebenen Stabilisierung werden sogar dünne gebogene Steinplatten möglich, die so aussehen, als wären sie ein schwerer massiver Stein, der z.B. an einer Fassade als Wandverkleidung angebracht sein kann. Weitere Anwendungen ergeben sich bei der Verkleidung von Schiffs- oder Flugzeugrümpfen mit einer dünnen Steinschicht, die extrem wechselnden thermischen Belastungen ausgesetzt sind. Auf die Verwendung von Stahl kann man mit dieser

20 Technik vollständig verzichten, der Stein als Aussenhaut hat außerdem einen wesentlich geringeren Luft- und Wasserreibungswiderstand.

25

30 Es wird darüberhinaus die Forderung erfüllt, die mechanische Belastbarkeit und Temperaturbelastbarkeit von dünnen bis dünnsten Steinverkleidungen so zu optimieren, daß der Gesamt-Ausdehnungskoeffizient der Platte in weiten Temperaturbereichen auf Null reduziert werden kann, um auch bei

Außenfassaden eine zerstörungsfreie, das heißt ausdehnungsfreie Stabilisierung zu erreichen. Damit eine an einer Gebäudewand angebrachte, nahtlose Außenfassade entstehen kann, darf sich die Steinplatte unter Wärmeeinwirkung nicht ausdehnen. Der Stein erfährt dadurch, daß er durch die Trägerplatte beim Bestreben sich unter Wärme auszudehnen, gehindert wird, einen sehr hohen inneren Druck. Wie Ausführungen der Erfindung jedoch zeigen, sind Natursteine wie z.B. Granit aber so druckunempfindlich, daß dieser Zwang dem Stein erstaunlicherweise nicht schadet, sogar dann nicht, wenn der Stein durch die Stabilisierung vollkommen an einer thermisch bedingten Ausdehnung gehindert wird. Diese Erkenntnis ist vollkommen neu, wird nur bei ganz wenigen Materialien beobachtet und wird damit ebenso zum Kern der Erfindung, wie der selten beobachtete negative thermische Ausdehnungskoeffizient von Carbonfaser. Hier ist ein weiterer Kern der Gründe dafür zu finden, warum die beiden Materialien in Verbindung ein so brauchbar gutes Ergebnis erzielen und sich auf so ideale Weise ergänzen.

Die Erfindung wird somit realisiert durch die Verwendung von möglichst druckbelastbarem Stein oder Keramik und einer Trägerschicht, die sich unter Hitzeeinwirkung nicht, oder nur maximal soviel ausdehnt, wie der Stein selber.

Der Stein und die Keramik werden so auf äussere Krafteinwirkung allgemein und auch auf Temperatureinwirkung im speziellen durch die komplementär der Ausdehnung gegenwirkende Kraft, die z.B. durch einen Carbonfaserträger erzielt wird, mechanisch gezwungen form- und oberflächenstabil zu bleiben. Sie erhalten dadurch nicht die geringste Möglichkeit zur Rissbildung.

Voraussetzung ist, daß diese gegenwirkende Kraft auf den Stein groß genug ist und entsprechend auch auf den Stein übertragen werden kann, ohne daß der Stein sich von der Carbonfaserschicht ablöst. Das heißt, daß die Verbindung zwischen Stein und Laminat so fest sein muß, daß die

5 wirkenden Kräfte den Stein nicht vom Trägermaterial lösen können. Um dies zu erreichen wird eine Matrix gewählt, welche aufgrund der einzustellenden Viskosität möglichst tief in den Stein eindringen kann. Stein und Laminat müssen miteinander "verschmelzen", um einen optimalen Kraftschluß zu gewährleisten.

10 Dies kann auch dadurch erreicht werden, daß ein Keramikstab oder ein Keramikkörper verwendet wird, in dessen Oberfläche oder gegebenenfalls im gesamten Körper, unter mechanischen Gesichtspunkten geometrisch sinnvoll angeordnet, Carbonfaser gleich mit eingearbeitet wird.

Eine weitere Variante ist die Verwendung von Stein, der mit einer Schicht aus Keramik und Carbonfaser stabilisiert ist.

15 Keramik hat als Träger gegenüber Kunstharzen den Vorteil noch höher temperaturbelastbar zu sein. Hochtemperaturfeste Binder aus z.B. Wasserglass können die feste Verbindung zwischen Stein und Matrix aus Carbonfaser-Keramik herstellen.

20 Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist somit neben der hohen Hitze- und Ausdehnungsbeständigkeit der Bauteile die gleichzeitige hohe Formstabilität, auch bei senkrecht zur Steinplattenebene einwirkendem Druck.

25 Da der Stein wenig zugstabil ist und sich aufgrund seiner Beschaffenheit mit geringen Längenänderungen auch bei extremer Druckbelastung komprimieren läßt, liefert die Carbonfaser, die im Gegenteil dazu sehr zugstabil ist und sich bei entsprechender thermischer Behandlung zusammenzieht, mit dieser komplementären Eigenschaft eine optimale Ergänzung der beiden Materialeigenschaften, die insgesamt drei neue Qualitäten gewährleistet:

30 Einerseits wird der Stein vor einer strukturzerstörenden Ausdehnung geschützt, wobei durch die Verhinderung der Ausdehnung, die

üblicherweise insbesondere im Außenbereich durch wechselnde Temperaturen eine Materialermüdung und Steinzerstörung von dünnen Steinplatten mit Trägerschicht hervorruft, eine wesentlich längere Lebensdauer des Steins entsteht,

5 Andererseits erhält die Gesamtverbindung extreme Biegesteifigkeit bei senkrecht zur Platte auftretenden Druckbelastungen, wenn die Steinschicht sich auf der Seite befindet, von der die Kraft einwirkt. In diesem Fall wird der Stein zusammengedrückt und die Carbonfaserplatte nimmt auf der der Kraft abgewandten Seite der Platte die entstehenden Zugkräfte auf.

10

Der sehr entscheidende dritte Vorteil ist, daß der Plattenverbund aus Stein und Carbonfaser sich extrem gut und formstabil bearbeiten, d.h. schneiden und fräsen lässt, und das insbesondere auch bei unterschiedlichen Temperaturen. Stahl im Gegensatz dazu hat nur dann die gewünschte Länge, wenn er bei der gleichen Temperatur geschnitten wird, die beim späteren Einsatz herrscht.

15

Die erstaunliche Biegsamkeit zum Beispiel eines runden, außen mit Carbonfaserlaminat stabilisierten Steinstabes zeigt, daß der Werkstoff Stein in stabilisierter Form technisch anwendbare Eigenschaften besitzt, die im bisher bekannten Stand der Technik beispieillos sind. Neu ist die Beobachtung, daß auch nach extremer Durchbiegung der Stab ohne Zerstörung des Steins in seine Ausgangsform zurückgeht, wenn die Biegebelastung zurückgenommen wird. Ein solcher Steinstab kann weitaus billiger hergestellt werden, als ein Metallrohr mit gleichen Eigenschaften.

20

25

So entstehen Bauträger unterschiedlichster Formen für unterschiedlichste Einsatzgebiete. Als biegebelasteter Träger am Bau, stabilisierte Fassadenverkleidungen und Bodenbelag im Aussen- und Innenbereich, gebogene Steinplatten im Innen- und Aussenbereich, selbsttragendes Bauteil im Maschinenbau, Fahrzeug-, Flugzeug- und Schiffsbau, sowie witterungsbeständige Verkleidung derselben, sowie in allen thermischen

30

Belastungsfällen, wie zum Beispiel Kaminaussenverkleidungen aus Stein kann der neue Werkstoff Anwendung finden. Gebogene Steinplatten können insbesondere im Innerbereich für Küchen- und Badverkleidungen, z.B. an runden Badewannen, Anwendung finden. Auch thermisch belastete Oberflächen von Haushaltgeräten wie Toastern oder Kaffemaschinen lassen sich so rißfrei mit Stein verkleiden.

Weitere Anwendungen ergeben sich für den Bau von erdbebensicheren Bauteilen für Häuserkonstruktionen, sowie im Baubereich, der Bau von neuartigen Skiern, Snowboards, Masten und Bäume von Segelschiffen, Gestänge von Sportflugggeräten und Kränen sowie deren Lastarme.

Eine der vielen möglichen Ausführungen der Erfindung beschreibt einen runden oder rechteckigen Stab aus Stein (1), der in Längsrichtung und Querrichtung mit einem Carbonfaserroving (2) stabilisiert wird (Abb. 1). Die Verbindung zwischen Stein und Faser wird durch eine temperaturstabile Epoxidharzmatrix (3) hergestellt, welche sich je nach Einsatzgebiet entsprechend thermisch stabil belasten läßt. Je höher die Temperatur des Laminats wird, desto höher wird die Vorspannung durch die sich zusammenziehende Carbonfaser und damit die Stabilität des Trägers, da der Stein so gut wie unbegrenzt druckbelastbar ist.

Die somit entstandenen Träger (4) werden, dargestellt in Abb. 2, in eine Fahrzeug-Bodengruppe (5) aus z.B. Carbonfaserlaminat geklebt. Zwei Querwände, die aus einer mit Carbonfaserlaminat (6) stabilisierten Steinplatte (7) bestehen, werden als abschließende Aufprallversteifungen vorn und hinten als Abschluß des Fahrgastzellenbereichs an den Träger (4) geklebt, um einerseits eine gute Verwindungssteifigkeit des Fahrzeugs zu erzielen und andererseits den Fußraum des Fahrers und Beifahrers vor Zerstörung beim Aufprall auf ein Hindernis zu schützen. An diese Querwände werden nun die den eigentlichen Aufprall dämpfenden Längsträger (8) im Motorraum verschraubt, die ihrerseits aus Metall bestehen, den vorderen Aufbau des Fahrzeugs, den Motorblock (12) und

5 die Vorder-Stoßstange (9) halten und welche sich beim Aufprall zusammenschieben, um die Energie des Aufpralls aufzunehmen und einen Schock auf die Querwand (7) nach Möglichkeit zu dämpfen. Dasselbe gilt für die beiden Stahldämpfer (10) im Heck des Fahrzeugs, die den Kofferraum, den Heckaufbau des Fahrzeugs und die Rück-Stoßstange (11) halten.

10 Je höher das Laminat erhitzen ist und unter dieser Hitzeeinwirkung aushärtet und den Spannungs-Zustand damit bei einer bestimmten Temperatur "einfriert", desto höher ist die später erreichbare Vorspannung und um so höher damit die Belastbarkeit der Verbindung.

15 Ganz neue Verhaltensweisen dieser Verbindung werden bei einer anderen, 2. Ausführung der Erfindung, dargestellt in Abb. 3, erreicht, wenn Fasern in unterschiedlichen Schichten gemischt werden, und zwar solche, die sich bei Temperaturerhöhung zusammenziehen und solche, die sich bei Temperaturerniedrigung zusammenziehen. Mit dieser Mischung können weite Temperaturbereiche sicher abgedeckt werden, ohne auf wohl definierte Zugvorspannung zur Stabilisierung des Steins verzichten zu müssen. Auf diese Weise kann der Stein beim Abkühlen nach dem
20 matrixerhärtenden Tempern sogar eine "natürliche" Biegung erfahren ohne zerstört zu werden, wenn die Vorspannung ausreicht.

25 Durch diese Vorspannung wird ein Vorverziehen des Gesamtverbundes Stein/Carbonfaserlaminat erreicht, bei dem sich der Verbund quasi selbst in die Biegung zieht. Dazu muß die Konstruktion des Laminats, Matrix und Fasern, entsprechend ausgelegt werden. Zu berücksichtigen ist hierbei insbesondere die maximale Temperatur und die jeweilige Orientierung der Fasern, bei denen das Laminat aushärtet, denn diese Temperatur und die Faserrichtung bestimmt nach dem Abkühlen den Grad der sich einstellenden Biegung, bzw. den Biegeradius.

30

In der oben beschriebenen Weise 2. werden im Zusammenhang mit dieser

Erfindung also nicht nur Steinstäbe, sondern auch Steinplatten oder Steinbretter (1) einseitig oder beidseitig mit Faserlaminat (2) mit Hilfe einer geeigneten Temperung und Aushärtung des Laminats stabilisiert. Dies wird in Abb.3a gezeigt. Die Steinplatten oder Steinbretter haben beliebige Dicke und werden je nach Dicke der Steinschicht durch Tempern bei hoher Temperatur im Ofen gebogen (Abb. 3b), wobei der Biegeradius von der Dicke des Steinbrettes und von der maximal angewendeten Ofentemperatur abhängt; je dünner die Steinschicht und je höher die Temperatur, desto kleiner der maximale Radius, ohne daß der Stein irreversibel bricht. Die Biegung kann je nach Laminatmischung und Orientierung, sowie zusammenziehender oder ausdehnender Eigenschaft des Laminats bei Temperaturerhöhung oder Temperaturerniedrigung, durch entsprechendes Tempern des Verbundes eingestellt werden.

Abb. 3 zeigt diese zweite Ausführung der Erfindung als eine mehr oder weniger große Steinplatte (1), die auf der Unterseite möglichst ganzflächig mit einer Schicht aus Carbon-Verbundfaser (2) versehen ist, die zusätzlich mit einer S-Glasfaser durchsetzt ist. Das Laminat sollte vor dem Aushärten ausreichend tief in den Stein eindringen. Auf die Schicht aus Carbon-S-Glasfaser-Laminat wird nun eine Schicht aus reinem Carbonfaserlaminat (3) aufgebracht, die bewirkt, daß sie sich beim Aushärten während und nach dem Tempern das Carbonfaser-Laminat (3) stärker zusammenzieht, als das Carbon-S-Glas-Laminat (2).

Wie bei einem Bimetall wird der Gesamtverbund beim Abkühlen auf natürliche Weise in die Biegung gezogen. Dieser Effekt ist auch als "Schüsseln" des Steins bekannt, wobei hier das "Schüsseln" als Dauerzustand durch das Carbonfaserlaminat erzwungen und durch das Aushärten der Matrix quasi eingefroren wird. Es ist von Vorteil eine homogene Festigkeit zu haben, d. h. daß die Platte an jeder Stelle gleiche Festigkeitseigenschaften hat. Aus diesem Grunde sollte die Steinplatte, als auch die Faser-Platte von möglichst konstanter Dicke sein. Sonderbeanspruchungen können jedoch erfordern, daß diese in

Abhängigkeit der Geometrie variiert werden. So zum Beispiel in Verbindung mit marktüblichen Fassaden-Montagekonstruktionen an den besonders belasteten Stellen, also im Verbindungsbereich von Platte mit einer Befestigungskonstruktion.

5

10

15

20

25

30

Eine 3. besondere Belastungsform ist für den Fall gegeben, daß eine Steinplatte (1) bei großer Grundfläche und schwerer, punktförmiger Belastung (F) wenig Auflager (5) hat, zum Beispiel, wenn die Steinplatte als frei tragende Treppenstufe im Bodenbereich Anwendung findet, oder wenn für Bodenfliesen unzureichende ganzflächig ebene Untergrundbeschaffenheit vorherrscht. Dies wird in Abb. 4 gezeigt. Die Steinplatte wird hier durch ein Carbonfaserlaminat (2) ausdehnungsstabilisiert und durch eine zusätzliche Trägerschicht gegen Durchbiegung stabilisiert, zum Beispiel mit Hilfe einer Folie (3) mit der Geometrie eines "Eierkastens", die mit einer weiteren Trägerplatte (4) aus Carbonfaserlaminat auf der anderen Seite der Folie verbunden ist. Es werden für diese stabilisierende Zwischenschicht (3) Thermoplastfolien herangenommen, die in erwärmtem Zustand in eine Form gezogen werden, so daß ähnlich eines "Eierkasten"-Profils, welches eine bezüglich einer in vertikaler Richtung gedachten Achse symmetrisch ausgebildete Vernoppung aufweist, die für eine sehr hohe Torsionssteifigkeit der Steinplatte sorgt, wenn diese Noppenfolie an den Stirnflächen zwischen zwei Carbonfaserplatten verklebt wird.

Diese Verbindung ist auch unter Hitzeeinwirkung von nur einer Seite absolut formstabil, da die Carbonfaser eine Ausdehnung der einen Seite, auf der zum Beispiel Sonneneinstrahlung auf eine so ausgeführte Treppenstufe einwirkt, nicht zulässt. Aufgrund der außerordentlichen Steifigkeit dieser Verbundanordnung wird eine so ausgeführte Treppenstufe auch extremen Druckbelastungen ohne durchzubiegen formstabil standhalten, sowie Sonnenerwärmung ohne zu reißen standhalten, ohne daß Ausdehnungsgleitlager vorgesehen werden müssen. Die hier beschriebene

Bauform ermöglicht also über die Hitze-Formstabilität eine hohe Druck-Formstabilität, die z.B. auch im Fassadenbau extremen Windlasten durch Druck und Zug standhält.

5 Abb. 5 zeigt einen runden Stab aus Stein (1), der mit einer Carbonfaser (2) direkt so umwickelt ist, daß die Wickelmethode gleich der einer Spule mit Nähgarn ist. Die Faser wird durch eine Matrix (3) stabilisiert, welche in die obere Steinschicht (4) eingedrungen ist. Dieser Stab ist nicht nur extrem biegestabil, sondern nimmt enorme longitudinale Druck-Schockbelastungen
10 auf, ohne daß der Stein gesprengt wird. Dieser Verbund eignet sich deshalb zum Beispiel besonders gut als stabiler Längsträger im Fahrgastbereich des Fahrzeugunterbodens aus Beispiel 1.

15 Abb. 6 zeigt einen runden Stab aus Keramik (1), in dessen Außenbereichen Carbonfasern (2) direkt mit eingegossen sind.

20

25

30

Patentansprüche

- 5 1) Anordnung mit einem Stab oder einer Platte oder sonstigen Geometrie aus Stein, Steingut, Kunststein, Keramik, Steingut, glashaltiges Material, Korallenbaustoff, Perlmut sowie die gentechnisch hergestellten Substanzen hiervon, im folgenden Steingut genannt, welches durch ein großflächig einseitig oder beidseits oder vollständig umhüllend angebrachtes stabilisierendes Fasermaterial und Matrix, im folgenden Träger genannt, stabilisiert wird,
- 10 gekennzeichnet dadurch, daß der Träger aus einem Werkstoff besteht, dessen Gesamtausdehnungskoeffizient kleiner oder gleich dem des zu tragenden Steinguts ist.
- 15 2) Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix des Trägers eine Epoxidharz-, Polyesterharz-, Phenolharz-, Polyimidharz-, Cyanatesterharz-, Melaminharz-, Polyurethanharz- oder Silikonharzbasis hat.
- 20 3) Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix eine Keramik- oder Wasserglassbasis hat.
- 25 4) Anordnung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger oberhalb einer Temperatur von 200° C temperaturstabil ist.
- 5) Anordnung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger oberhalb einer Temperatur von 600° C temperaturstabil ist.
- 6) Anordnung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Fasermaterial des Trägers Carbonfaser ist.

- 7) Anordnung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in einer zusätzlichen Trägerschicht die Faser eine Aramidfaser oder Glas bzw. S-Glass-Faser oder Seidenspinnenfaser oder ein Gemisch derselben ist.
- 5 8) Anordnung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der in Anspruch 1 beschriebene Gesamtverbund, im folgenden Bauteil genannt, als Längsträger innerhalb der crashsicheren Zone einer Fahrgastzelle eines PKW's in die Bodengruppe des PKW's eingebaut ist.
- 10 9) Anordnung nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil als Lastarm oder Lastarmelement im Maschinenbau, zur Stabilisierung von Skiern, als Mast oder Baum bei Segelbooten, als Gestänge von Fluggerät aller Art, Last- und Tragarm und Gerüstebauteil, sowie als Bauteil von Kränen Anwendung findet.
- 15 10) Anordnung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine einseitig stabilisierte Steinplatte auf der Aussenseite eines Boots-, Flugzeugumpfes oder einer Raumfähre angebracht ist, wobei die Steinseite die äußere Oberfläche bildet.
- 20 11) Anordnung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil als Querträger oder Stütze in Häusern eingebaut ist.
- 12) Anordnung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das
- 25 Bauteil als Wandverkleidung im Baubereich, als Fußbodenfliese oder Treppenstufe angebracht ist.
- 13) Anordnung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das
- 30 Bauteil in Bereichen mit großen Temperaturschwankungen als Kaminverkleidung, Gräteverkleidung, besonders Rundverkleidung von Maschinen, Küchengeräten, insbesondere Toastern oder Kaffeemaschinen,

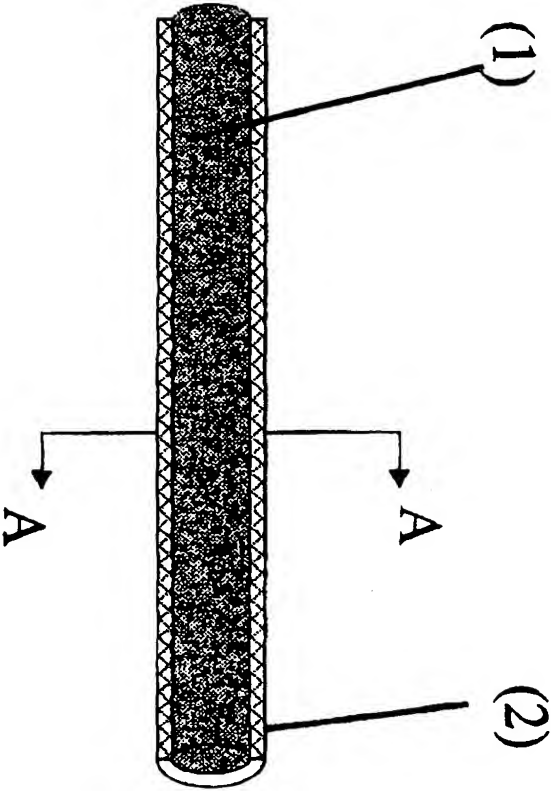
5 Dunstabzugshauben und Kühlschränken, Badverkleidungen, insbesondere von Badewannen und Becken oder Wänden im Bad, und an Möbeln, sowie an Küchengeräten wie Toastern und Spülmaschinen oder Backöfen, sowie Dekorationsgegenständen angebracht ist.

10 14) Anordnung nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil zusätzlich durch eine weitere Schicht in Form einer Eierkastengeometrie oder anderen Sandwicheinlage, wie z.B. Bienenwabenformen, stabilisiert wird.

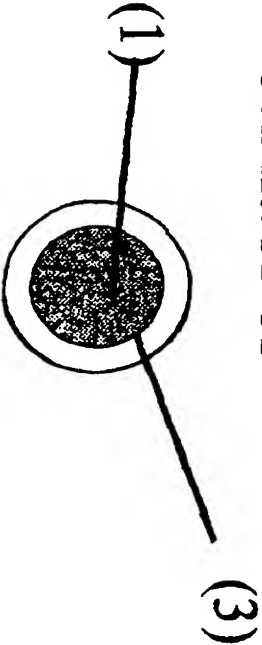
15 15) Anordnung nach Anspruch 1 bis 14, gekennzeichnet dadurch, daß das Bauteil bezüglich der Mischung von Fasertyp, deren Orientierung und Matrix so eingestellt wird, daß sich gezielt sowohl ein positiver oder negativer Gesamt-Ausdehnungskoeffizient einstellt.

20 16) Anordnung nach Anspruch 15, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausdehnungskoeffizient der Träger, der an einer Seite der Steinplatte angebracht ist, in Abhängigkeit von Dicke und Material des Steinguts so negativ eingestellt ist, daß auch an der dem Träger abgewandten Oberfläche des Steins noch eine solche Vorspannung existiert, die den Stein beim Biegen vor Spaltöffnung an der Oberfläche schützt.

Abb. 1



Schnitt A-A



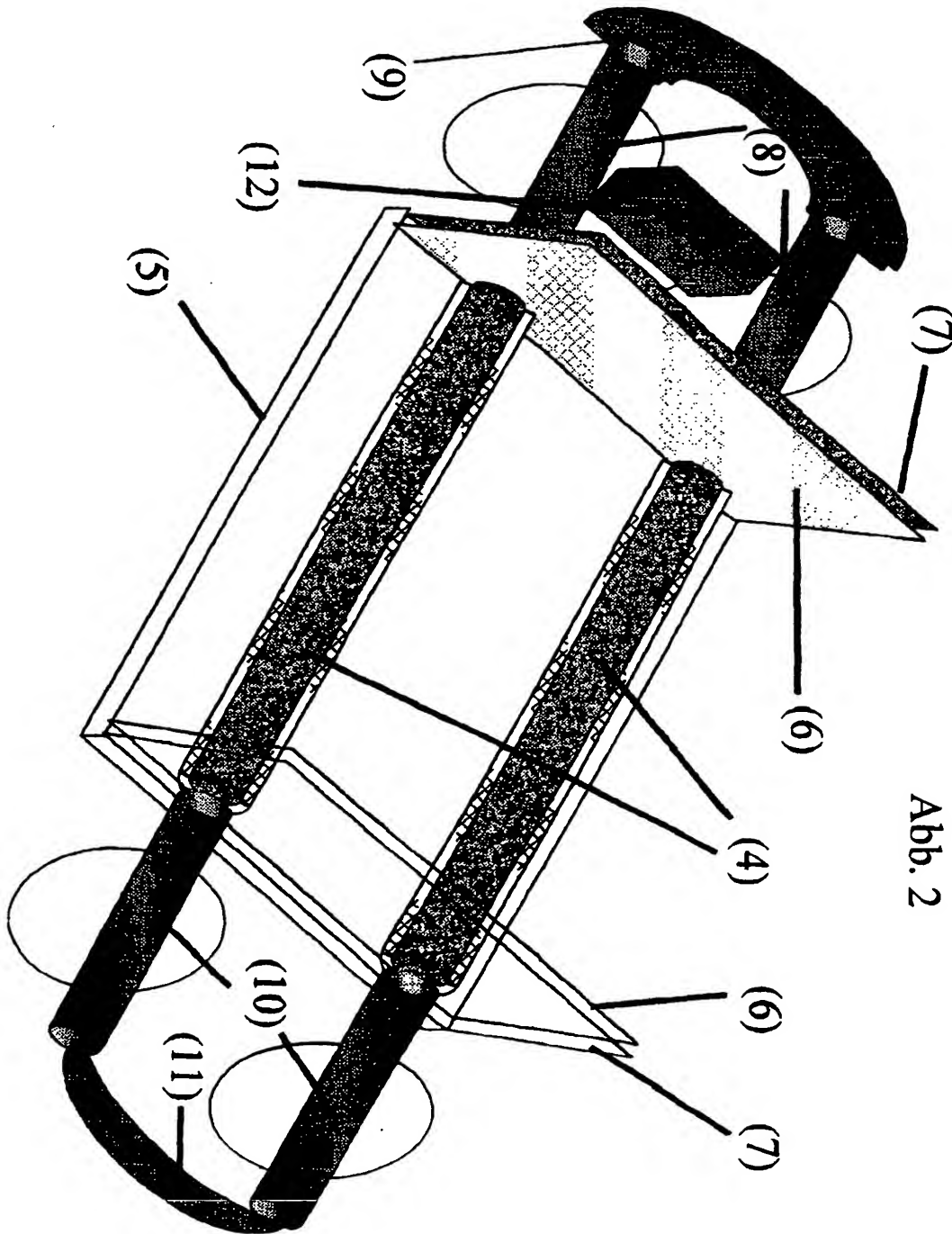


Abb. 2

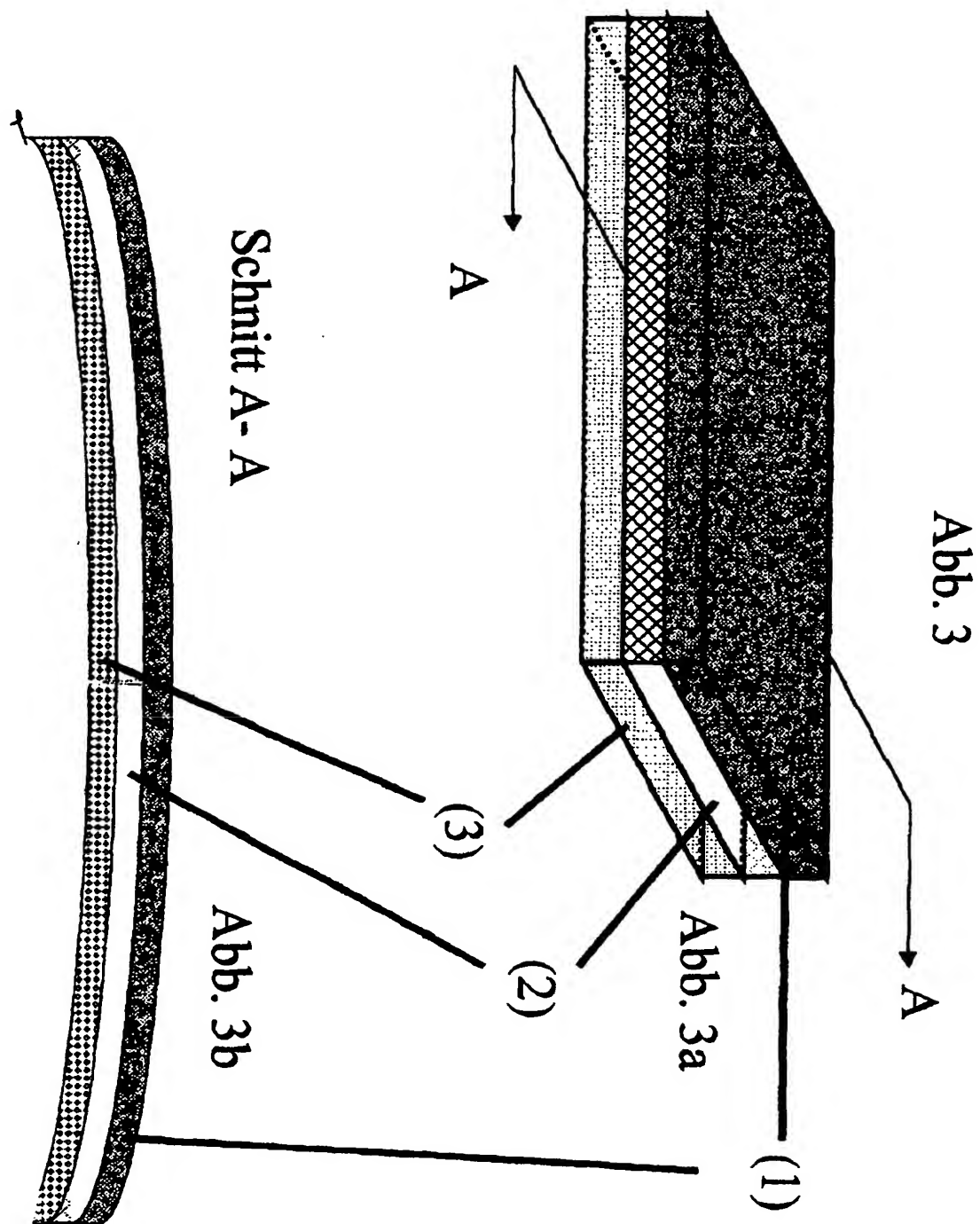


Abb. 4

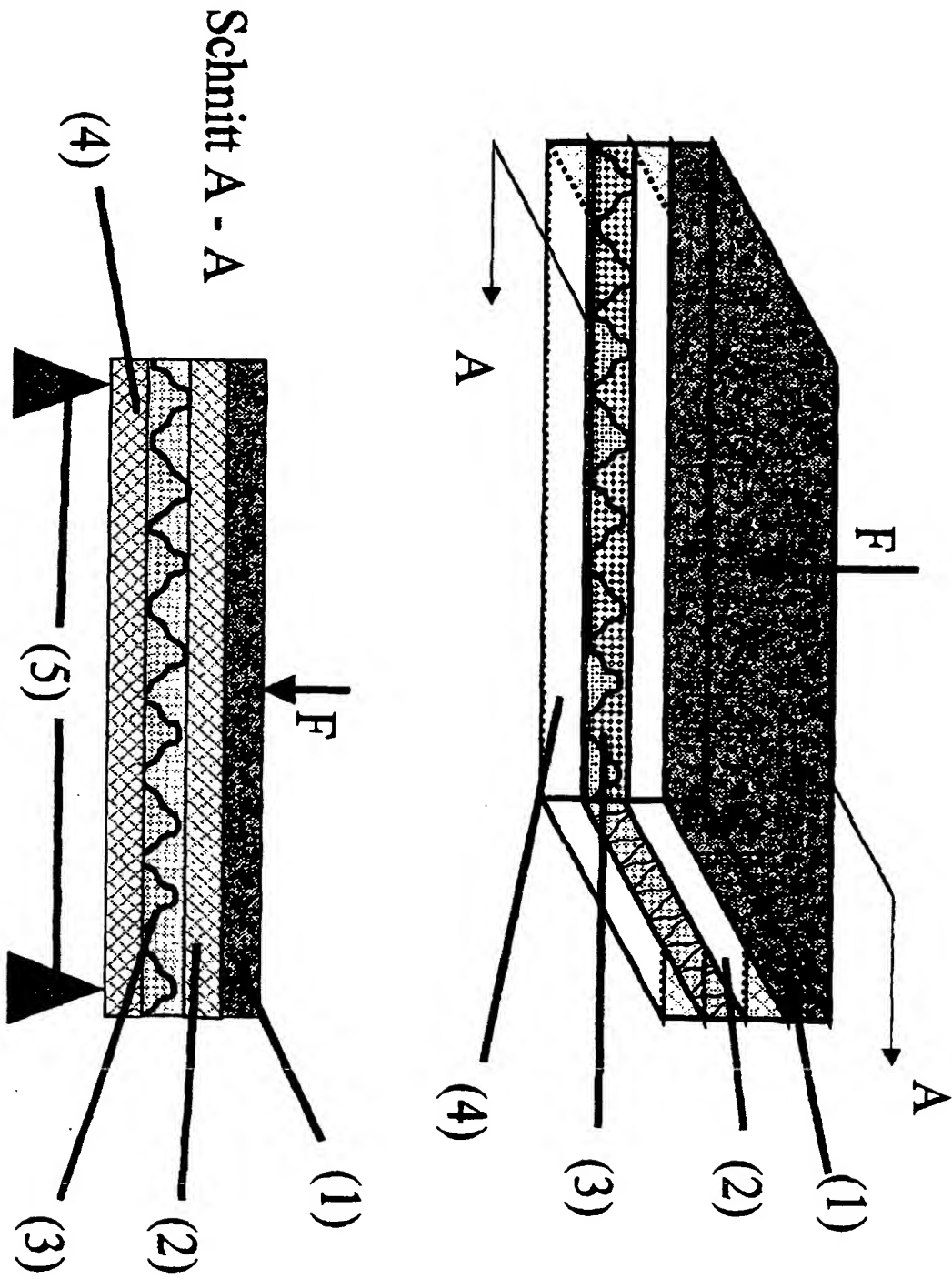
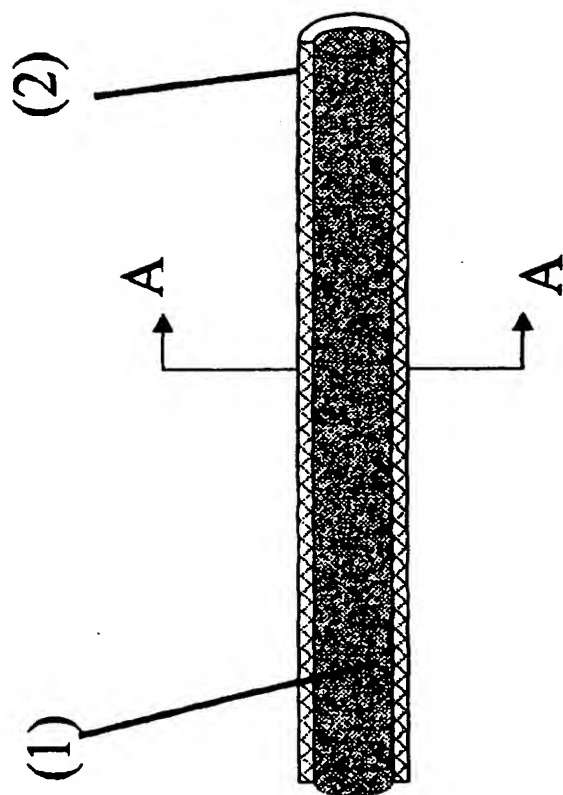
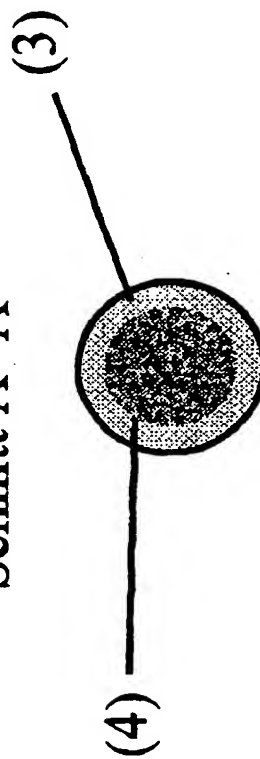


Abb. 5



Schnitt A-A



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/07739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B32B13/12 B32B13/14 B32B18/00 E04C2/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B32B E04C F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 698 483 A (TONCELLI MARCELLO) 28 February 1996 (1996-02-28) claims 1-3 page 2, line 1 - line 2 page 2, line 33 - line 55 page 3, line 35 -page 4, line 21 ---	1,2,6,7, 11-13
A	GB 2 129 368 A (OLIVER TREVOR ALFRED;SADLER BERNARD SIDNEY) 16 May 1984 (1984-05-16) claims 1,5 page 1, line 40 - line 76 page 2, line 1 - line 4 --- -/--	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 January 2000

Date of mailing of the international search report

08/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Girard, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ernational Application No
PCT/EP 99/07739

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 723 233 A (BOURKE P) 27 March 1973 (1973-03-27) claims 1,2 column 1, line 33 - line 39 column 2, line 33 - line 51 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/07739

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0698483 A	28-02-1996	IT TV940102 A US 5670007 A	26-02-1996 23-09-1997
GB 2129368 A	16-05-1984	NONE	
US 3723233 A	27-03-1973	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07739

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B32B13/12 B32B13/14 B32B18/00 E04C2/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B32B E04C F16L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 698 483 A (TONCELLI MARCELLO) 28. Februar 1996 (1996-02-28) Ansprüche 1-3 Seite 2, Zeile 1 - Zeile 2 Seite 2, Zeile 33 - Zeile 55 Seite 3, Zeile 35 - Seite 4, Zeile 21 ---	1,2,6,7, 11-13
A	GB 2 129 368 A (OLIVER TREVOR ALFRED; SADLER BERNARD SIDNEY) 16. Mai 1984 (1984-05-16) Ansprüche 1,5 Seite 1, Zeile 40 - Zeile 76 Seite 2, Zeile 1 - Zeile 4 --- -/--	1-16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Januar 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/02/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Girard, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. Jonaes Aktenzeichen

PCT/EP 99/07739

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 3 723 233 A (BOURKE P) 27. März 1973 (1973-03-27) Ansprüche 1,2 Spalte 1, Zeile 33 - Zeile 39 Spalte 2, Zeile 33 - Zeile 51 -----</p>	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07739

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0698483 A	28-02-1996	IT TV940102 A US 5670007 A	26-02-1996 23-09-1997
GB 2129368 A	16-05-1984	KEINE	
US 3723233 A	27-03-1973	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)